

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 433 730

A1.

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 78 23879

(54)

Charge pyrotechnique élémentaire partiellement inhibée pour armes à tube.

(51)

Classification internationale. (Int. Cl. 3) F 42 B 1/00; C 06 B 21/00; C 06 D 5/00;
F 42 B 13/00.

(22)

Date de dépôt 16 août 1978, à 15 h 17 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. – «Listes» n. 11 du 14-3-1980.

(71)

Déposant : Société anonyme dite : SOCIETE NATIONALE DES POUDRES ET EXPLOSIFS,
résidant en France.

(72)

Invention de : Jean Grignon, André Hiss, Michel Hivert, Jean-Michel Tazia et Jean-Louis
Trichard.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet André Bouju.

La présente invention concerne une charge pyrotechnique élémentaire destinée au chargement des munitions pour armes à tube, telles que canons à culasse, obusiers, canons sans recul et lance-roquettes.

5 On sait que dans les armes à tube, le projectile est propulsé par la pression développée par la combustion d'une certaine masse de poudre propulsive. La vitesse atteinte par le projectile à sa sortie de l'arme résulte de l'impulsion qu'il a pu recevoir du fait de cette combustion de la poudre. Cette impulsion est elle-même 10 proportionnelle à l'intégrale temporelle de la pression régnant au culot du projectile durant le temps du coup de feu ou encore proportionnelle à la pression moyenne efficace multipliée par le temps du coup de feu.

En pratique, la combustion de la poudre est très rapide 15 si bien que la pression maximum se trouve atteinte pour un faible déplacement du projectile dans le tube, après quoi cette pression diminue rapidement en dépit de l'utilisation de charges propulsives dites progressives. Il en résulte notamment que cette pression moyenne efficace a le plus souvent une valeur très inférieure à celle 20 de la pression maximum atteinte au cours du tir. Le rapport de cette pression moyenne efficace à la pression maximum, classiquement appelé - rendement piézométrique, ne dépasse pas 0,6 dans les armes à tube.

Or, la pression maximum atteinte dans une arme à tube conditionne essentiellement la conception et la réalisation de la chambre 25 de combustion et du tube. De ce fait, ceux-ci sont très nettement surdimensionnés, sauf peut-être au niveau de la bouche, par rapport à la pression efficace qui, supposée constante, serait suffisante pour imprimer au projectile une vitesse à la bouche identique.

On a déjà proposé de modifier la courbe de combustion des 30 charges pyrotechniques constituées par des blocs de propergol, en appliquant sur de tels blocs un revêtement inhibiteur de combustion recouvrant partiellement leur surface. Ce revêtement inhibiteur de combustion permet ainsi de diminuer la surface de combustion initiale des blocs. Toutefois, ces revêtements inhibiteurs n'ont qu'une durée 35 d'action très limitée par rapport à la durée totale de combustion

des blocs de propergol précités. De plus, les blocs de propergol connus sont destinés à des projectiles autopropulsés tels que roquettes, comportant une chambre de combustion à volume constant, de sorte que la pression durant la combustion est également sensiblement constante. Cet état de la technique concernant les blocs de propergol précités ne peut donc s'appliquer au cas des chargements pour armes à tube, dans lesquelles le volume de la chambre de combustion, et de ce fait la pression de combustion, sont essentiellement variables pendant la durée du trajet du projectile dans le tube.

Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients des chargements pyrotechniques connus pour les projectiles d'armes à tube de propulsion, en créant une charge pyrotechnique dont l'augmentation de la surface de combustion au cours du tir permet de compenser l'augmentation de volume de la chambre de combustion, de manière que le tir se déroule sensiblement à pression constante.

L'allègement considérable du tube de telles armes résulte donc de la modification de la courbe de la pression engendrée au cours de la combustion d'un tel chargement, en vue de diminuer la pression maximum de façon à rapprocher celle-ci de la pression moyenne efficace qui imprimerait au projectile une vitesse à la bouche identique.

L'invention vise une charge pyrotechnique élémentaire comprenant un élément de poudre partiellement revêtu par un matériau inhibiteur de combustion.

Suivant l'invention, cette charge pyrotechnique est caractérisée en ce que l'élément de poudre est une plaque de faible épaisseur relativement aux autres dimensions, et en ce que le revêtement inhibiteur de combustion comporte un ensemble de motifs de forme géométrique qui sont répartis sensiblement sur la totalité de l'une au moins des grandes faces de cette plaque de poudre, ces motifs étant disposés suivant des lignes sensiblement parallèles.

Grâce à ce revêtement inhibiteur, constitué par une série de motifs géométriques répartis sensiblement sur la totalité de l'une au moins des faces de la plaque de poudre, on diminue la surface de combustion initiale de la charge pyrotechnique relativement au cas d'une charge non revêtue d'inhibiteur de combustion.

Par ailleurs, compte tenu de la forme géométrique des motifs et de leur répartition sur la quasi-totalité de la face considérée de la plaque de poudre, la surface de combustion de cette dernière évolue de manière régulière et croissante pratiquement jusqu'à élimination, c'est-à-dire séparation complète du matériau inhibiteur de combustion de la face précitée de la plaque de poudre. De plus, étant donné que la plaque de poudre présente une faible épaisseur, ce qui implique une durée de combustion courte, la durée d'action du revêtement inhibiteur de combustion se prolonge pendant une partie importante de la durée totale de combustion de cette plaque de poudre.

La surface de combustion étant ainsi croissante, on limite considérablement la pression maximum de la combustion et on rapproche cette dernière de la pression moyenne efficace de combustion du chargement. Il en résulte que, relativement au cas de l'utilisation des chargements pyrotechniques classiques non revêtus d'inhibiteur de combustion, on peut soit alléger considérablement les tubes de propulsion des armes à feu, si la pression moyenne efficace est conservée, soit augmenter la vitesse à la bouche du projectile ou permettre le tir d'un projectile plus lourd, si la nouvelle pression moyenne efficace adoptée est proche de la pression maximum obtenue avec les chargements classiques.

Selon une version avantageuse de l'invention, les motifs géométriques d'inhibiteurs de combustion sont tous identiques.

Cette disposition permet de régler parfaitement la surface initiale de combustion de la charge pyrotechnique ainsi que l'évolution de la surface de combustion au cours de cette combustion.

Selon une version préférée de l'invention, les motifs géométriques sont formés par des éléments de matériau inhibiteur de combustion déposés sur l'une au moins des faces de la plaque de poudre.

En variante, les motifs géométriques peuvent également être formés par des trous ménagés dans un revêtement inhibiteur de combustion déposé sur la face précitée de la plaque de poudre.

Le dépôt du revêtement inhibiteur de combustion comportant de tels motifs géométriques, sur la plaque de poudre, peut être effectué au moyen de caches, pochoirs ou grilles perforées appliqués sur la surface à revêtir et enduction de ceux-ci par le matériau inhibiteur de combustion appliquée à travers les orifices des caches, pochoirs ou grilles précités.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non.

10 limitatifs :

- la Figure 1 est une vue partielle, à échelle 10, du dessus d'une plaque de poudre revêtue par des éléments en matériau inhibiteur de combustion,
- la Figure 2 est une vue en coupe, à échelle 30, suivant 15 le plan II-II de cette Figure 1,
- la Figure 3 est une vue partielle, à échelle 10, du dessus d'une plaque de poudre revêtue par un inhibiteur de combustion comportant des trous géométriques,
- la Figure 4 est une vue à échelle 30, suivant le plan 20 IV-IV de cette Figure 3,
- la Figure 5 est une vue analogue à celle de la Figure 1 concernant une variante de la charge pyrotechnique conforme à l'invention,
- la Figure 6 est une vue à échelle agrandie par rapport 25 à celle de la Figure 5 en coupe suivant le plan VI-VI de cette Figure 5,
- la Figure 7 est une vue analogue à celle de la Figure 3 concernant une autre variante de charge pyrotechnique conforme à l'invention,
- la Figure 8 est une vue à échelle agrandie par rapport 30 à celle de la Figure 7 en coupe suivant le plan VIII-VIII de cette Figure 7,
- la Figure 9 montre l'évolution de la pression de combustion en fonction du temps à l'intérieur d'un tube de propulsion 35 d'une arme à feu, dans le cas de l'utilisation d'un chargement

d'une arme à feu, dans le cas de l'utilisation d'un chargement classique,

- la Figure 10 est une vue analogue à celle de la Figure 9 établie dans le cas de l'utilisation d'un chargement 5 conforme à l'invention.

En réalité, les échelles qui viennent d'être indiquées sont approximatives.

Dans la réalisation des Figures 1 et 2, la charge pyrotechnique élémentaire 1 destinée au chargement de projectiles pour 10 armes à tube, telles que canons ou lance-roquettes, comprend une plaque de poudre 2 revêtue par des éléments inhibiteurs de combustion 3 constitués par des rectangles allongés. Ces éléments rectangulaires 3 d'inhibiteur de combustion sont répartis sur la totalité de l'une des grandes faces 4 de la plaque de poudre 2. Ces 15 éléments rectangulaires 3 d'inhibiteur de combustion sont alignés suivant des lignes droites parallèles, les éléments 3 de chacune de ces lignes étant décalés par rapport aux éléments 3 des lignes voisines. Les éléments 3 constituent un ensemble de motifs géométriques identiques entre eux. Dans l'exemple représenté, l'autre grande 20 face de la plaque de poudre 2 est entièrement recouverte par une couche 6 d'inhibiteur de combustion.

La plaque de poudre 2 présente une épaisseur faible par rapport à sa longueur et sa largeur. Cette épaisseur est généralement inférieure à 2,5 millimètres et préférentiellement inférieure 25 à 1 millimètre.

Le nombre des motifs géométriques constitués par les différents éléments inhibiteurs de combustion 3 rectangulaires n'est pas critique. Il est, toutefois, préférable que ce nombre soit supérieur à 30 motifs environ par plaque de poudre 2, de manière 30 à ce que les effets de bord soient minimisés.

La largeur l des éléments inhibiteurs de combustion rectangulaires 3 peut être comprise entre l'épaisseur e de combustion de la plaque 2 et trois fois cette épaisseur. Toutefois, cette largeur l est, de préférence, voisine du double de l'épaisseur de 35 combustion e de la plaque 2. De cette façon, comme on le verra

plus en détail lors de la description du fonctionnement de la charge pyrotechnique conforme à l'invention, la durée d'action des éléments d'inhibiteur de combustion 3 est sensiblement égale à la durée totale de combustion de la plaque 2.

5 Les éléments rectangulaires 3 d'inhibiteur de combustion recouvrent entre 50 et 95 % de la surface de la face 4 de la plaque de poudre 2, et de préférence, entre 60 et 90 % de cette dernière.

La plaque de poudre 2 est réalisée de préférence en une poudre homogène telle qu'un propergol double base. Pour réaliser 10 les plaques de poudre 2, on découpe dans une bande laminée et calibrée en épaisseur par calandrage, des éléments de bande présentant le format désiré pour ces plaques de poudre 2.

Généralement, toutes les poudres multibases et notamment 15 les poudres à double base (nitrocellulose + nitroglycérine + additifs), et les poudres à double base compositè (nitroglycérine + nitrocellulose + explosif ou oxydant minéral et additif) peuvent être utilisées. On peut également utiliser des poudres simple: base, telles que des poudres à base de nitrocellulose comportant 20 des additifs. Par ailleurs, l'utilisation de propergols composites (liant réticulable, oxydant minéral et additif) est techniquement possible, mais présente peu d'intérêt dans le cadre de la présente invention.

Les éléments rectangulaires 3 d'inhibiteur de combustion sont réalisés, de préférence, à partir de résines polyuréthane à 25 chaîne polybutadiène ou à partir de résines silicone. On donne, ci-après, deux exemples détaillés d'inhibiteurs pouvant être utilisés pour constituer les éléments 3.

Exemple 1. : inhibiteur à base de polyuréthane

- polybutadiène hydroxytélénique : 100 parties en poids
- dialcool à chaîne courte : 10 parties en poids
- diisocyanate : 20 parties en poids
- agent de réticulation, anti-oxydant et catalyseur
- charge minérale contenant, par exemple, 50 parties d'oxyde de fer et de la silice.

Exemple 2. : inhibiteur à base de silicium nécessitant un primaire d'adhésion

- constituant de base polysiloxane : 100 parties en poids
- catalyseur:

5 .dibutyldilaurate d'étain: 0,5 à 10 parties en poids

- charge :
 - .borax : 0 à 4 parties en poids
 - silice : 3 à 6 %. en poids

Dans le cas de la réalisation selon les Figures 1 et 2,

10 l'inhibiteur de combustion est appliqué sur la face 4 de la plaque de poudre 2, par enduction au travers d'une grille déposée sur cette face 4 et comportant des ouvertures correspondant aux éléments rectangulaires 3 d'inhibiteurs de combustion.

Dans le cas de la réalisation selon les Figures 1 et 2,

15 les caractéristiques de la grille métallique utilisée peuvent être les suivantes:

- épaisseur de la grille : 0,15 millimètre
- dimensions des ouvertures de la grille : rectangles de longueur égale à 2,70mm et de largeur égale à 0,46mm
- distances entre les rectangles : 0,84mm suivant le sens de leur longueur et 0,42mm. suivant le sens de leur largeur.

25 Le rapport de la surface des ouvertures de la grille perforée précitée sur la surface totale de cette dernière est inférieur à 50 %, mais du fait de l'étalement de l'inhibiteur de combustion après son dépôt, la surface réellement inhibée atteint 60 %.

La plaque de propergol 2 de la charge pyrotechnique 1
30 selon la Figure 1, présente à titre d'exemple une longueur égale à
100 millimètres, une largeur égale à 25 millimètres, et une épais-
seur égale à 0,4 millimètre.

La surface libre 5 comprise entre les éléments rectangulaires 3 d'inhibiteur de combustion est avantageusement imprégnée par un modérateur de surface. Ce modérateur de surface peut être

constitué par des urées, des cétones hétérocycliques, de camphre ou d'ester comme le phtalate de dibutyle.

Dans l'exemple de réalisation selon les Figures 3 et 4, la charge pyrotechnique comprend comme dans l'exemple précédent, 5 une plaque de poudre 2. Les deux faces 7 et 7a de cette plaque de poudre 2 sont toutes deux revêtues par une couche d'inhibiteur de combustion 8. Cette couche d'inhibiteur de combustion 8 présente des trous rectangulaires allongés 9 alignés suivant des lignes droites parallèles, ce qui détermine une plaque dont l'épaisseur de 10 combustion est égale à la moitié de l'épaisseur de cette plaque. De plus, ces trous rectangulaires 9 sont décalés les uns par rapport aux autres. Ces trous rectangulaires 9 présentent des dimensions sensiblement égales à celles des éléments rectangulaires 3 d'inhibiteur de combustion de la charge pyrotechnique représentée sur les 15 Figures 1 et 2. La largeur l d'inhibiteur de combustion compris entre deux trous rectangulaires adjacents 9 est sensiblement égale au double de l'épaisseur e de combustion de la plaque de poudre 2, c'est-à-dire égale à l'épaisseur totale de cette dernière. Par ailleurs, les trous rectangulaires 9 de la face 7 sont décalés par 20 rapport à ceux de l'autre face 7a suivant une distance égale à l.

Dans la réalisation des Figures 5 et 6, la plaque de poudre 2 est revêtue, sur ses deux grandes faces opposées, par des éléments circulaires 10 d'inhibiteur de combustion. Ces éléments circulaires d'inhibiteurs de combustion 10 sont déposés sur la 25 plaque de poudre 2, par enduction de l'inhibiteur au travers d'une grille perforée appliquée sur la plaque 2, comme dans le cas de la réalisation selon les Figures 1 et 2. Les éléments circulaires 10 d'inhibiteur de combustion présentent un diamètre d qui, dans l'exemple représenté, est sensiblement égal au double de l'épaisseur de combustion e de la plaque de poudre 2. Par ailleurs, les 30 éléments circulaires 10 de l'une des faces sont décalés par rapport à ceux de l'autre face.

Dans la réalisation selon les Figures 7 et 8, la plaque de poudre 2 est revêtue, sur ses deux grandes faces, par une bande 35 auto-adhérente multiperforée 11 d'inhibiteur de combustion présen-

tant des trous circulaires 12. Ces trous circulaires 12 ont un diamètre d sensiblement égal à celui des éléments circulaires 10 d'inhibiteur de combustion représentés sur les Figures 5 et 6.

On va maintenant décrire, en référence aux Figures 1 et 2, 5 le fonctionnement de la charge pyrotechnique conforme à l'invention.

À l'instant de l'allumage de la charge pyrotechnique 1, la surface initiale de combustion est égale à la surface de la face 4 de la plaque de poudre 2 diminuée par la surface totale des éléments rectangulaires 3 d'inhibiteur de combustion.

10 Après l'allumage, le front de combustion progresse suivant des lignes courbes l₁ à partir de la surface initiale non revêtue d'inhibiteur de combustion (voir Figure 2). On voit, d'après l'allure des lignes courbes l₁, que la surface de combustion croît régulièrement à partir de l'allumage jusqu'à la combustion complète de 15 la plaque de poudre 2, l'épaisseur de combustion étant égale à l'épaisseur de la plaque. Etant donné que la largeur l des éléments rectangulaires 3 d'inhibiteur de combustion est égale sensiblement au double de l'épaisseur de combustion e, les fronts de combustion définis par les lignes courbes l₁ comprises entre deux éléments 20 rectangulaires 3 d'inhibiteur de combustion voisins se rejoignent en même temps que les lignes courbes l₁ atteignent la couche continue 6 d'inhibiteur de combustion déposée sur la face de la plaque 2 opposée à la face 4 comprenant les éléments 3.

Par conséquent, l'action inhibitrice des éléments rectangulaires 3 se prolonge pendant toute la durée de combustion de la plaque de poudre 2, de sorte que la surface de combustion de cette dernière est régulièrement croissante pendant toute sa durée de combustion. Etant donné que pendant cette combustion, le volume 25 de la chambre de combustion définie à l'intérieur du tube de l'arme croît, du fait de l'avancement du projectile, on réduit notablement l'écart existant entre la pression maximum initiale et la pression moyenne efficace de la combustion. Il est ainsi possible d'alléger 30 considérablement la construction des tubes de canons, lance-roquettes, obusiers ou armes analogues, relativement à celle des 35 tubes utilisant des chargements pyrotechniques classiques en plaques

ou analogues non revêtus d'inhibiteur de combustion ou éventuellement imprégnés en surface par des modérateurs de combustion.

Le fait que les éléments 3 d'inhibiteurs de combustion constituent un motif géométrique répétitif, facilite considérable-
5 ment l'application de l'inhibiteur de combustion sur la plaque de poudre 2. De plus, la répartition et l'espacement réguliers de ces éléments inhibiteurs 3 facilitent l'allumage de la plaque de poudre 2 et assurent que tous les fronts de combustion se rejoignent simultanément en fin de combustion.

10 La courbe d'évolution de la pression de combustion engendrée à l'intérieur du tube de l'arme à feu peut être modifiée à volonté, en vue notamment de réduire l'écart entre la pression maximum et la pression moyenne efficace, en faisant varier le rapport de la surface initiale de combustion sur la surface de combustion finale, 15 c'est-à-dire en agissant sur le rapport surface non-inhibée sur surface totale de la plaque de poudre 2. Dans le cas de la réalisation selon les Figures 1 et 2, ce rapport peut être supérieur à 4.

Les essais ont permis de montrer que les meilleurs résultats sont obtenus lorsque la surface totale des éléments 3 inhibiteurs de combustion répartis sur la face 4 de la plaque de poudre 2 20 est comprise entre 50 et 95 % de la surface de cette plaque et préférentiellement, entre 60 et 90 % de cette dernière.

Il est possible d'augmenter notablement la progressivité de la surface instantanée de combustion en prévoyant un inhibage 25 partiel sur les deux grandes faces opposées 7 et 7a de la plaque de poudre 2, comme indiqué sur la Figure 4. Dans ce cas, on peut obtenir un rapport de progressivité compris entre 4 et 8 environ. Un rapport aussi élevé ne pouvait en aucun cas être obtenu par la mise en oeuvre des techniques antérieures à la présente invention.

30 Le fonctionnement des charges pyrotechniques représentées sur les Figures 5 à 8 est identique à celui des réalisations décrites en référence aux Figures 1 à 4. Toutefois, dans le cas d'éléments circulaires 10 d'inhibiteur de combustion, comme indiqué sur les Figures 5 et 6, il est possible d'obtenir une très importante 35 progressivité de la surface instantanée de combustion.

La Figure 9 montre, à titre d'exemple, la courbe d'évolution de la pression régnant à l'intérieur d'un tube de canon sans recul, en fonction du temps lors de la propulsion d'un obus par un chargement classique constitué par exemple par de petits 5 cylindres de poudre percés de 19 trous et imprégnés par un modérateur de surface. Cette courbe montre que l'on atteint quelques instants après l'allumage une pression maximum très élevée dépassant 300 bars. Cette pression diminue ensuite très rapidement, de sorte qu'il existe un écart considérable entre cette pression maximum et la pression moyenne efficace de la combustion.

10

La Figure 10 montre à titre d'exemple comparatif l'évolution de la pression en fonction du temps qui est obtenue dans le cas d'un chargement constitué par des charges pyrotechniques élémentaires en plaques conformes à la réalisation selon les Figures 5 15 et 6. On voit d'après cet exemple que la pression de combustion est pratiquement constante sur la majeure partie de la durée de combustion. De plus, cette pression ne dépasse pas 150 bars. Par conséquent, la pression maximum se confond pratiquement avec la pression moyenne efficace. Il est de ce fait possible d'alléger 20 considérablement la construction des tubes d'armes à feu tels que les tubes de canons, étant donné que ces tubes sont soumis à une pression maximum nettement inférieure à celle régnant dans les tubes utilisant des chargements classiques.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples 25 que l'on vient de décrire et on peut apporter à ceux-ci de nombreuses modifications sans sortir du cadre de l'invention.

Ainsi, bien que cela présente un intérêt technique limité, l'une des grandes faces de la plaque de poudre 2 peut être totalement dépourvue d'inhibiteur de combustion.

30 D'autre part, les éléments rectangulaires d'inhibiteur de combustion 3 ou les éléments circulaires 10 peuvent être remplacés par des motifs géométriques de forme quelconque, tels que des triangles, des hexagones, etc. Par ailleurs, ces éléments 3 ou 10 peuvent encore être remplacés par des bandes étroites d'inhibiteur 35 de combustion s'étendant suivant la longueur ou la largeur de la

plaqué 2, soit par une combinaison de motifs élémentaires différents.

Les dimensions de la plaque de poudre 2 peuvent être quelconques, pourvu que son épaisseur soit faible (durée de 5 combustion courte), de façon à ce que l'action des éléments inhibiteurs de combustion soit sensible pendant la quasi-totalité de la durée de cette combustion.

Le fonctionnement de la charge pyrotechnique élémentaire conforme à l'invention est indépendant du mode de chargement de ces 10 dernières. En effet, ces plaques de poudre 2 peuvent être constituées par de petites plaquettes placées en vrac dans des sachets combustibles, de façon à constituer des gargousses pour obusier. Les plaques de poudre peuvent encore être découpées pour être disposées en chargement sous forme de rondelles empilées et entretoisées. 15 En outre, les plaques de poudre peuvent encore être enroulées en spirale.

REVENDICATIONS

1. Charge pyrotechnique élémentaire comprenant un élément de poudre partiellement revêtu par un matériau inhibiteur de combustion, caractérisée en ce que l'élément de poudre est une plaque de faible épaisseur relativement à ses autres dimensions, et en ce que le revêtement inhibiteur comporte un ensemble de motifs de forme géométrique qui sont répartis sensiblement sur la totalité de l'une au moins des faces de cette plaque de poudre, ces motifs étant disposés suivant des lignes sensiblement parallèles.
2. Charge pyrotechnique conforme à la revendication 1, caractérisée en ce que les motifs géométriques d'inhibiteur de combustion sont tous identiques.
3. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisée en ce que les motifs géométriques sont formés par des éléments de matériau inhibiteur de combustion appliqués sur ladite face de la plaque de poudre.
4. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que les motifs géométriques sont formés par des trous ménagés dans un revêtement inhibiteur de combustion appliqué sur ladite face de la plaque de poudre.
5. Charge pyrotechnique conforme à l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les motifs géométriques sont répartis sur les deux faces de la plaque de poudre.
6. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les motifs géométriques sont répartis sur l'une des faces de la plaque de poudre, l'autre face étant totalement revêtue par le matériau inhibiteur de combustion.
7. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la plaque de poudre présente une épaisseur inférieure à 2,5 millimètres, et préférentiellement inférieure à 1 millimètre.
8. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que la charge comprend

au moins trente motifs géométriques.

9. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la largeur (ou le diamètre) des motifs géométriques inhibés est comprise 5 entre l'épaisseur de combustion de la plaque de poudre et trois fois cette épaisseur.

10. Charge pyrotechnique conforme à la revendication 9, caractérisée en ce que les motifs géométriques sont des rectangles allongés inhibés dont la largeur est voisine du double de l'épaisseur de combustion de la plaque de poudre. 10

11. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que les motifs géométriques sont des cercles dont le diamètre est inférieur ou égal au double de l'épaisseur de combustion de la plaque de poudre.

15 12. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que la poudre est une poudre homogène et de préférence un propergol à double base.

13. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que la surface totale 20 des motifs géométriques répartis sur chaque face de la plaque de poudre est comprise entre 50 et 95 % de la surface de cette plaque, et préférentiellement entre 60 et 90 % de cette dernière.

14. Charge pyrotechnique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que la surface libre de 25 la plaque de poudre est imprégnée par un modérateur de surface.

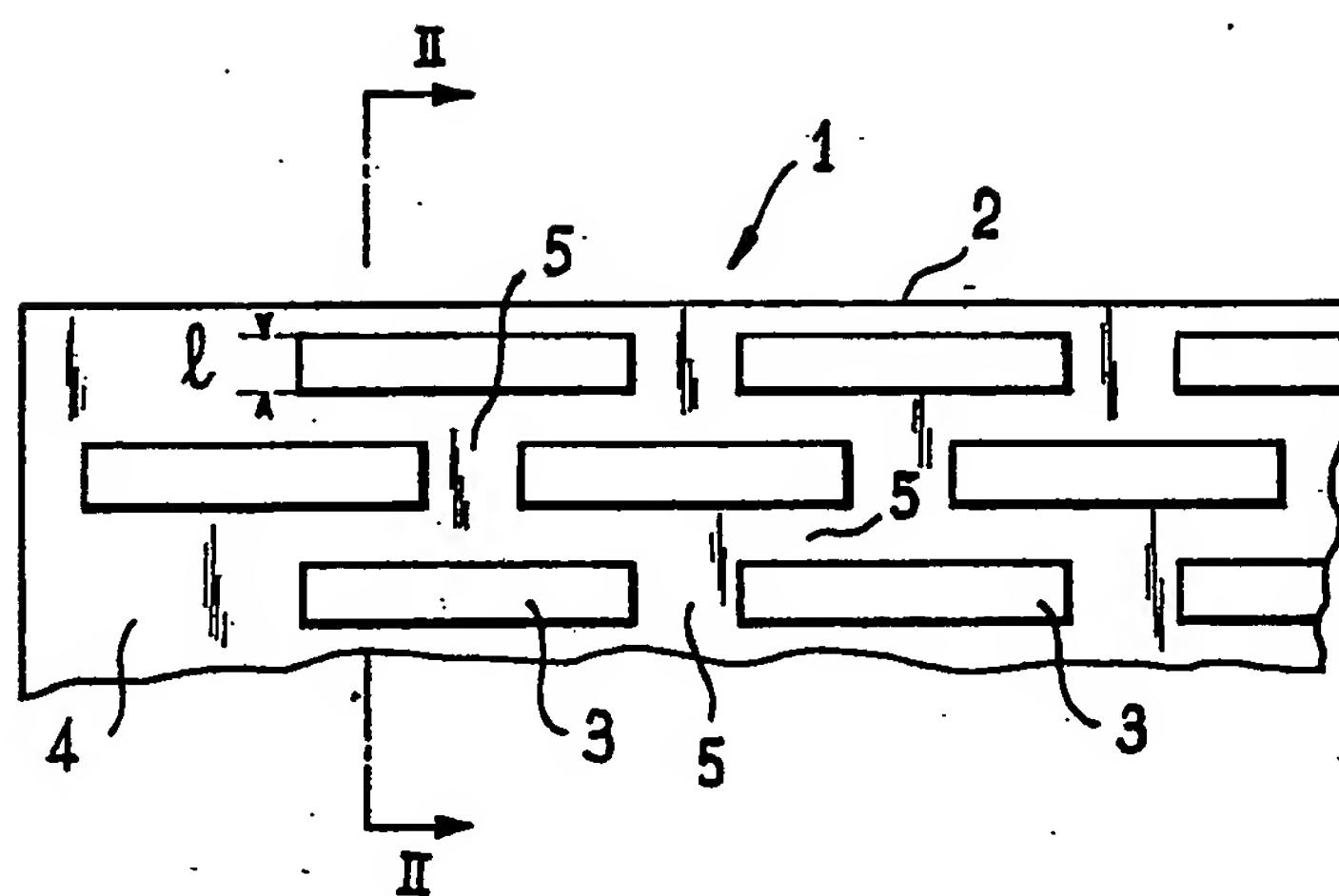


FIG. 1

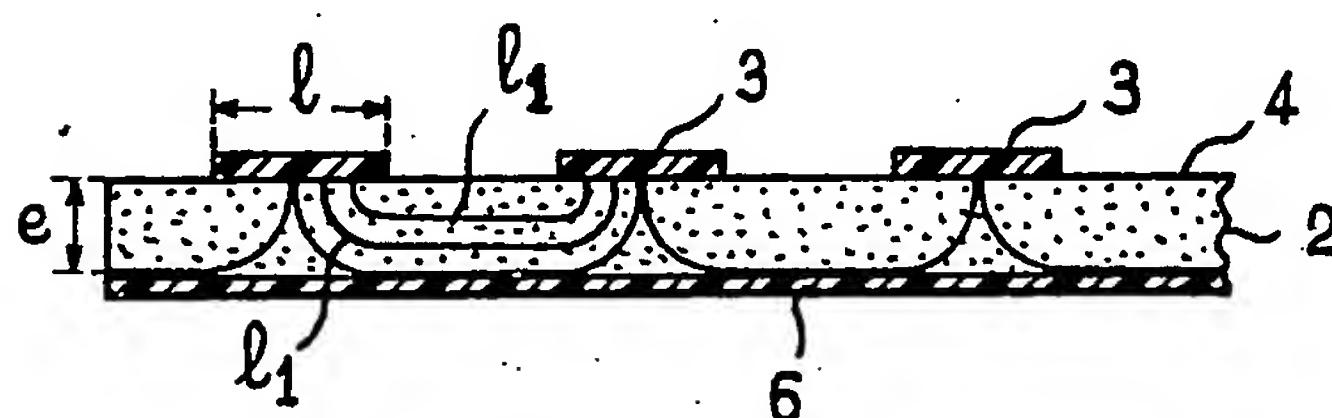


FIG. 2

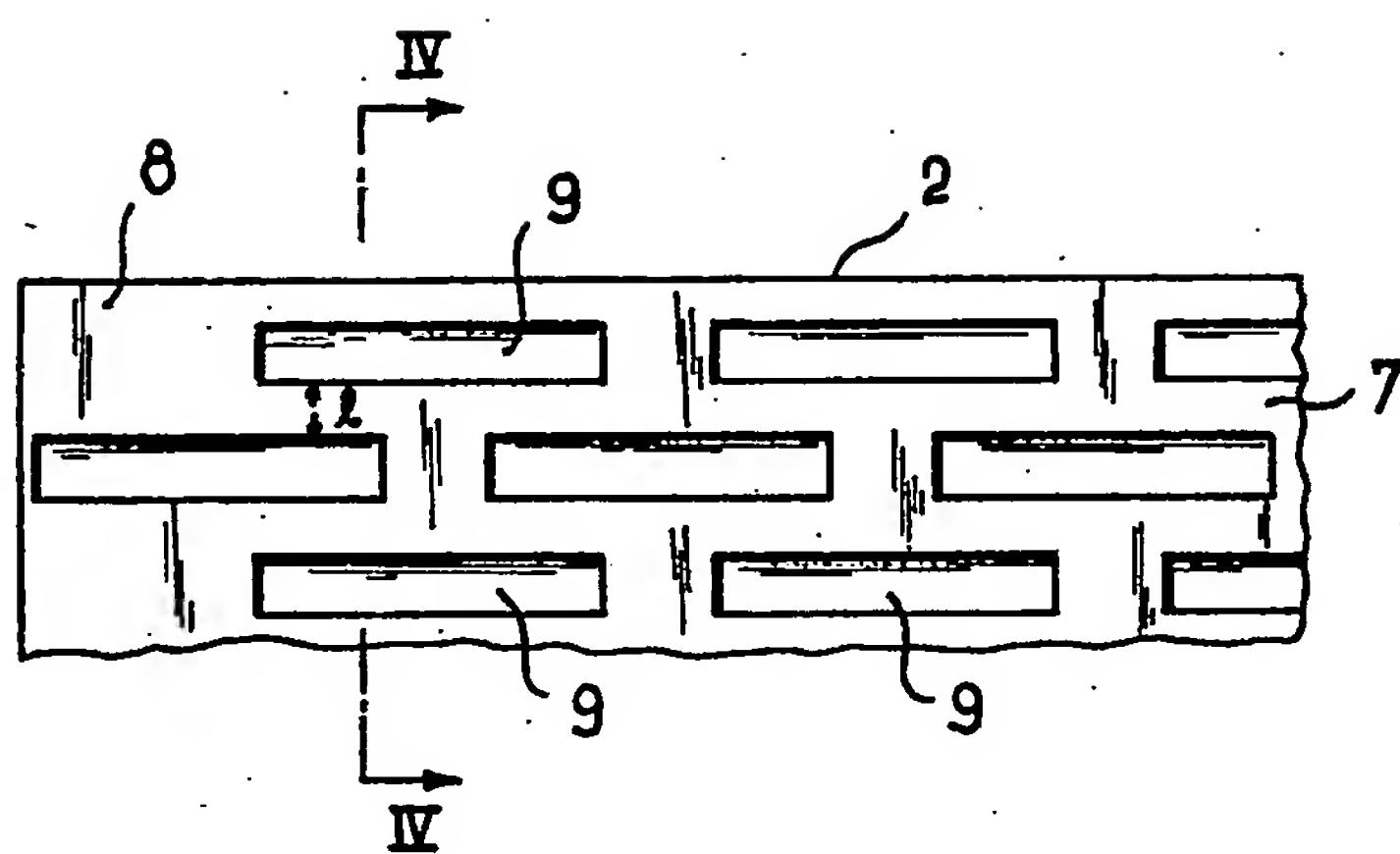


FIG. 3

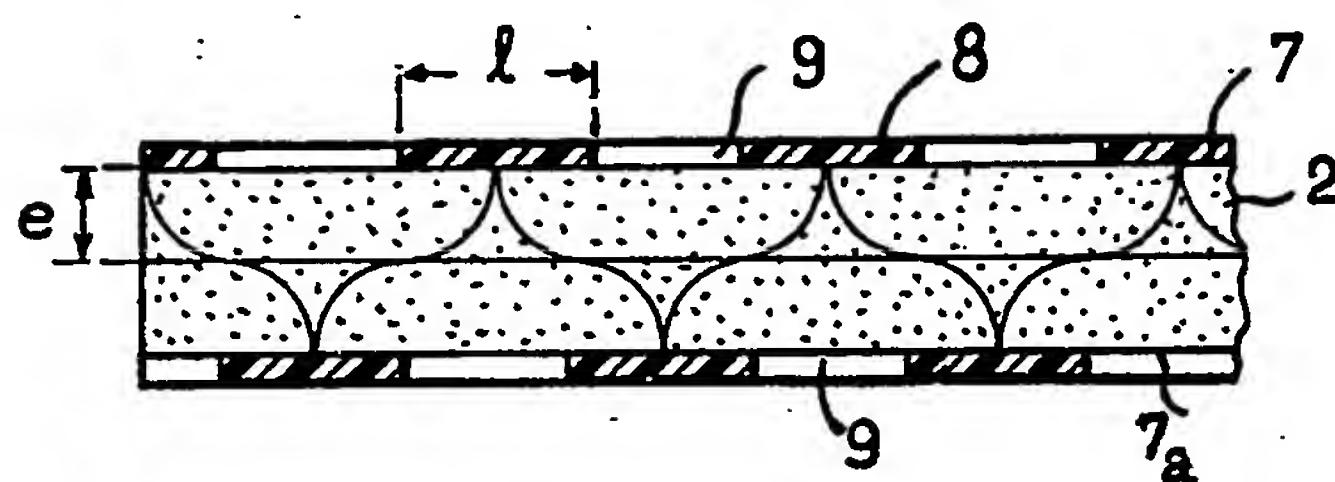


FIG. 4

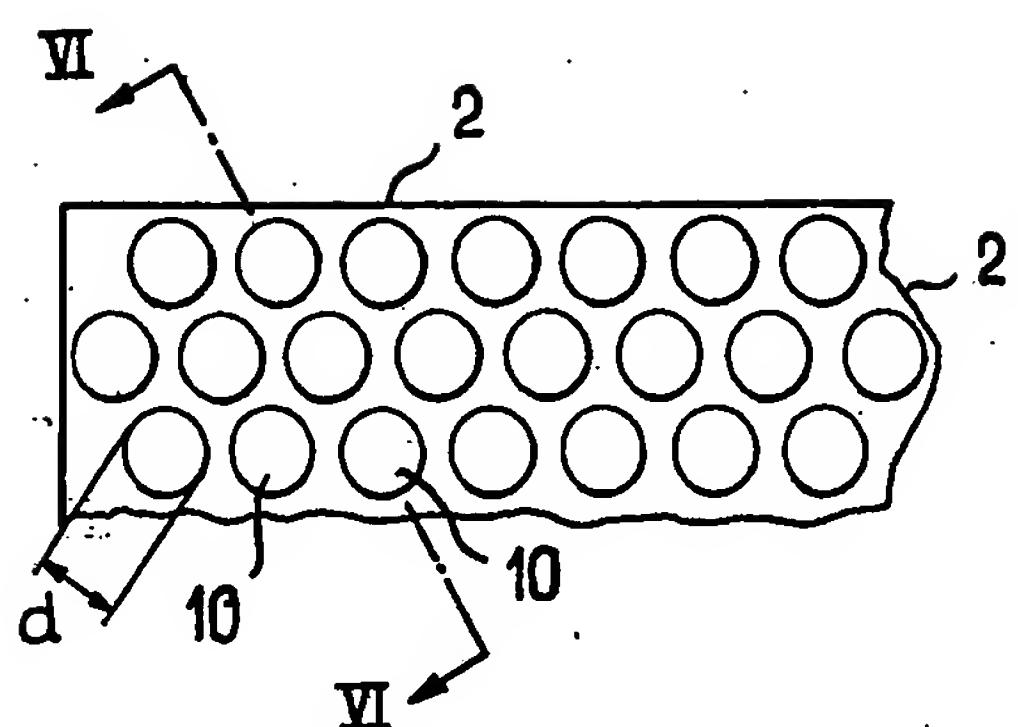


FIG. 5

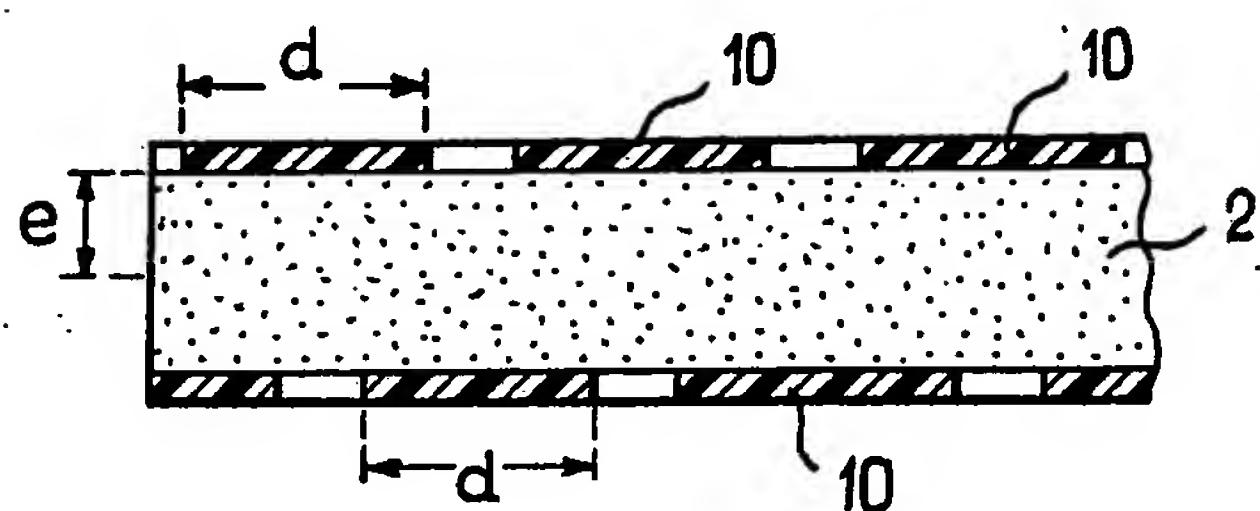


FIG. 6

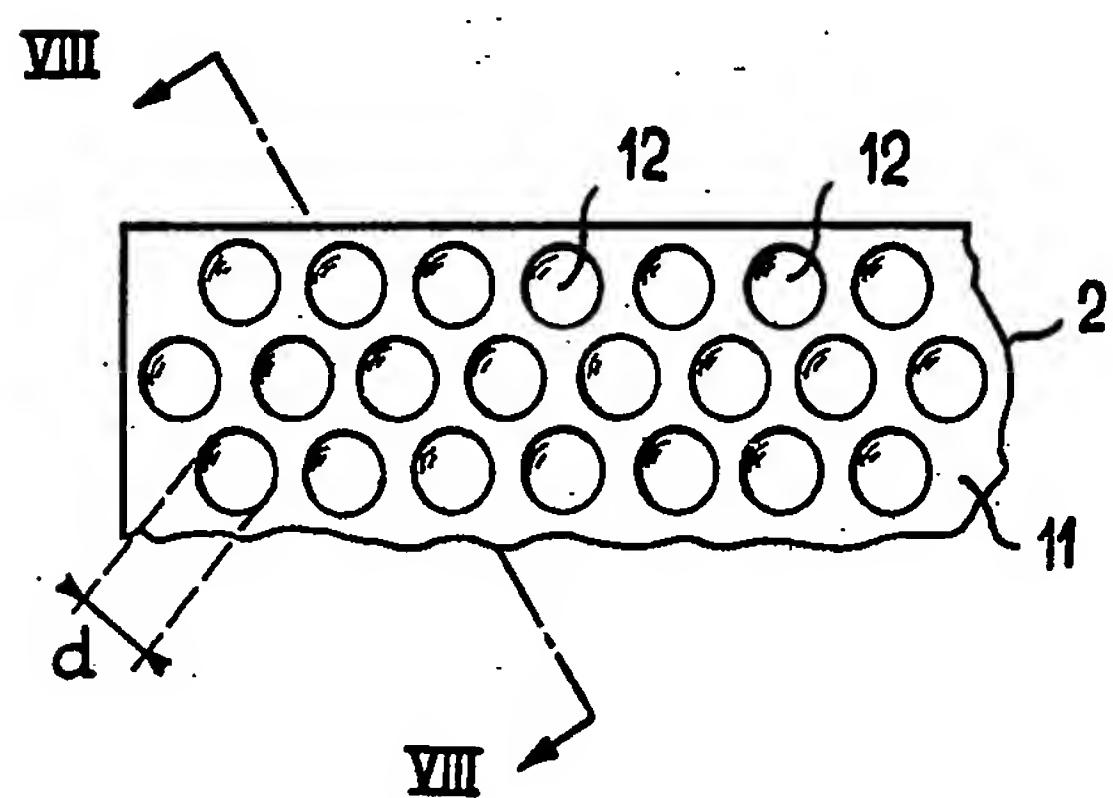


FIG. 7

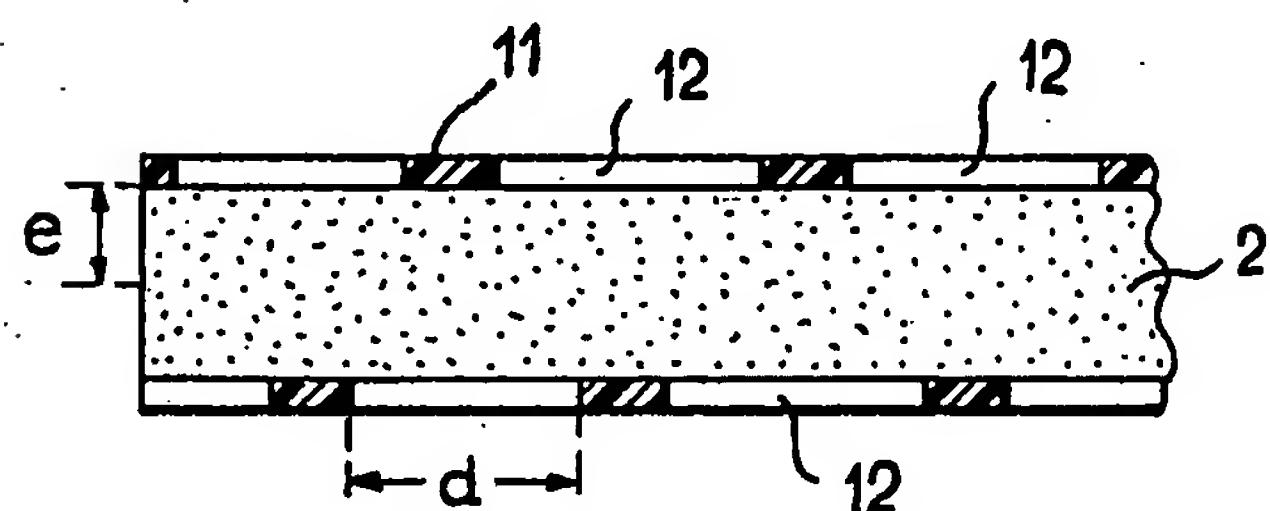


FIG. 8

